



*O papel do pensamento narrativo  
na elaboração da ciência:  
uma proposta a partir da obra  
de Galileu Galilei*

IVÁ GURGEL<sup>1</sup>

MAURÍCIO PIETROCOLA<sup>2</sup>

1. INTRODUÇÃO

As expressões Alfabetização e Letramento Científicos vêm ganhando força nos debates em ensino de ciências. Inicialmente, essas noções obtiveram prestígio fora dos estudos diretamente preocupados com os processos de ensino-aprendizagem, vinculando-se à proposição de currículos. Sua emergência veio da necessidade de se estabelecer um objetivo claro para o ensino das ciências. Assim, com as reformas curriculares ocorridas nos anos 1990 em países como Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Inglaterra e Estados Unidos, buscou-se estabelecer um direcionamento único para o ensino de ciências (Yore et al., 2003, p. 690) que levou a uma definição padrão para letramento científico como:

1 Professor no Instituto de Física da USP. Licenciado em Física (2004), Mestre em Ciências (2006) e Doutor em Educação (2010), pela USP. Atua na área de Educação, Filosofia e História da Ciência, principalmente nos seguintes temas: História da Física nos séculos XIX e XX, ensino de Física Moderna e Contemporânea, Ciência e Cultura e Teorias Críticas de Currículo. E-mail: gurgel@usp.br

2 Licenciado em Física pela USP (1984), Mestre em Ensino de Ciências pela USP (1988), Doutor em Epistemologia e História da Ciência pela Universidade de Paris VII (1992), Livre-Docente pela Faculdade de Educação da USP (2004). Professor Titular da Faculdade de Educação da USP, onde desenvolve pesquisa sobre desenvolvimento de estratégias inovadoras no ensino de ciências e formação de professores. E-mail: mpietro@usp.br.

[...] as aptidões e hábitos de pensamento requeridos para construir conhecimentos da ciência e para aplicar estas grandes ideias em problemas reais.  
(Tradução livre.)

Essa definição busca dar destaque à ciência como uma forma específica de pensamento, opondo-se a perfis enciclopedistas que trabalham o ensino das ciências como a apresentação de um conjunto de verbetes bem estabelecidos.

Uma controvérsia em torno da noção de letramento científico, contudo, é apontada na literatura. Ao mesmo tempo que essa expressão vem sendo cada vez mais utilizada pelos pesquisadores para designar os objetivos e as formas de ensinar ciências, uma análise das pesquisas mais recentes mostra que há pouco consenso sobre qual é seu significado (Roberts, 2007; Yore; Treagust, 2006). Dentro de um espectro de possibilidades, podemos entender essa noção entre dois extremos. Por um lado, ela designa as formas de pensar legitimadas pela ciência como a habilidade de interpretar gráficos e utilizar formas matemáticas para expressão de conceitos. O objetivo ao se ensinar ciências seria tornar o aluno capaz de utilizar essas “ferramentas” intelectuais para se expressar cientificamente. Ainda nesse contexto, torna-se fundamental pensar sobre as diferentes formas de comunicação na ciência, isto é, suas linguagens. Em outro extremo, o foco é a utilização da ciência, de seus conceitos e procedimentos, para a resolução de problemas que envolvem a participação dos sujeitos na sociedade (exercício da cidadania). Douglas Roberts (2007) considera, em sua recente revisão sobre o assunto, que atualmente essa segunda visão, mais focada em ciência e sociedade, vem prevalecendo na literatura. Todavia, autores reconhecidos nesse campo, como Stephen Norris e Linda Phillips (2003, p. 224), apontam problemas nos direcionamentos atuais das pesquisas e tentam mostrar que o sentido mais fundamental de letramento, como a “capacidade de ler e escrever textos científicos”, é condição necessária para o desenvolvimento de outras habilidades, relacionadas às situações que não são estritamente científicas, isto é, ao exercício do pensamento crítico.

Para além da problemática anterior, podem-se questionar quais são as linguagens da ciência que permitem sua organização e desenvolvimento. Quando, por exemplo, fazemos a análise das teorias científicas mais bem estabelecidas, como na Física, vemos que elas são estruturadas em uma linguagem matemática (Pietrocola, 2002). Na mesma direção, pode-se verificar que a maior parte dos enunciados de um texto científico se apresenta em uma linguagem impessoal e formal (Sutton, 1995). Embora seja possível admitir que essa seja a maneira adequada de apresentarmos um conhecimento consolidado, pode-se questionar se em todas as etapas de seu desenvolvimento os textos científicos são compostos por uma linguagem precisa e com pouca subjetividade.

Neste ensaio, analisaremos como se dá a composição de um texto científico quando uma descoberta é relatada. Nosso interesse é discutir quanto um cientista pode utilizar de certas “liberdades poéticas” para a elaboração de suas ideias. Consideramos esta análise importante por ela permitir pensar em novas formas de Alfabetização Científica, que não se reduzam ao pensamento formal e que sejam mais abertas à criatividade dos estudantes.

Para a discussão teórica, analisaremos alguns extratos da obra *Mensagem das estrelas*, de Galileu Galilei (1564-1642), valendo-nos de uma metodologia denominada *Poética*, que busca analisar a composição de um texto.<sup>3</sup> Essa metodologia trabalha em duas dimensões. Em um nível *narrativo*, buscamos compreender como a totalidade de um texto é composta. Isso implica verificar como um tema é introduzido, como “fatos” são encadeados e como rupturas e tensões sobre eles são estabelecidas. Em um segundo nível *de significação*, verificamos como cada parte do texto é composta. Para nossa análise dessa dimensão, privilegiaremos o estudo das figuras de linguagem. O papel dessas figuras é central, pois, como definem autores da área de “análise de discurso”, essas são as responsáveis pela produção de sentidos que se referem a uma entidade exterior ou referente (Charaudeau;

3 Detalhes sobre os fundamentos teórico-metodológicos da análise poética podem ser encontrados em Gurgel (2010).

Maingueneau, 2008). Dessa forma, acreditamos que elas terão um papel central na composição do texto científico. Ao final do capítulo, indicaremos algumas possibilidades de situações de aprendizagem que podem ser elaboradas a partir das discussões aqui realizadas.

## 2. GALILEU E A

### "MENSAGEM DAS ESTRELAS"<sup>4</sup>

Galileu é muito conhecido por ser um dos primeiros defensores do *heliocentrismo*, isto é, a concepção que coloca a Terra e os outros planetas girando em torno do Sol, em contraposição às concepções *geocentristas* que colocavam a Terra no centro de tudo.<sup>5</sup> Ele defende essas ideias publicamente pela primeira vez na obra *Mensagem das estrelas*, publicada em 1610.<sup>6</sup> Nesse período era predominante a concepção geocêntrica do Universo e, como veremos, qualquer ideia que fosse contra isso era arriscada e muito difícil de ser defendida.

Em seu texto, no entanto, não é abordada diretamente a questão do movimento da Terra ou da posição do Sol, mesmo que isso influencie toda sua argumentação e suas conclusões. Os temas que Galileu discute são o aspecto irregular da superfície lunar, os aglomerados de estrelas e a descoberta dos satélites de Júpiter. Sabemos que essas descobertas são importantes por, indiretamente, romperem com a visão de mundo predominante à época. Perceber que a superfície da Lua não é perfeita, isto é, afirmar que ela não é plenamente lisa significa afirmar que ela é semelhante à Terra, algo bastante novo para o pensamento vigente no período.

Galileu inicia sua obra com uma apresentação que é muito comum em obras científicas inovadoras. Ele busca, justamente, ressaltar a importância de seu tra-

4 A análise da obra de Galileu é parte da tese de doutorado de um dos autores (Gurgel, 2010).

5 Para uma apresentação do contexto histórico de Galileu, ver Videira (2009).

6 Este texto se tornou conhecido como *Mensageiro das estrelas*, em referência ao próprio Galileu.

balho de forma a sensibilizar o leitor sobre o valor do texto. Suas primeiras frases demonstram bem isso:

Grandes, sem dúvida, são as coisas que neste breve tratado proponho à contemplação dos estudiosos da Natureza. Grandes, digo, pela sua excelência intrínseca ou por sua inaudita novidade. (Galilei, 2009, p. 4.)

Vemos que de nenhuma forma Galileu quer esconder ou minimizar a pretensão de constituir um novo corpo de conhecimentos. Contudo, é curioso como ele atribui aos próprios "fatos", que ainda não foram anunciados, sua excelência e novidade. Ele pouco reforça seu papel de descobridor. Sua pretensão é mostrar que algo novo e literalmente universal está prestes a ser revelado. Analisando esse aspecto do ponto de vista da composição narrativa do texto, ele, como autor, cria uma tensão sobre o que será o objeto de sua exposição.

Após essa etapa inicial, Galileu apresenta o instrumento utilizado para suas observações, a luneta. Discute o procedimento utilizado para determinar a ampliação obtida com o instrumento e, na sequência, relata as observações feitas das estrelas. Em seguida, ele inicia a seção que iremos analisar em detalhe, na qual ele relata suas observações da superfície lunar.

Galileu inicia essa seção com uma descrição de seu objeto de estudo, a Lua. Essa primeira aproximação é bastante rudimentar, em que ele busca direcionar a atenção do leitor para um elemento que seria bastante perceptível à primeira vista, as diferentes tonalidades presentes na superfície lunar:

Começemos falando da face lunar que está voltada para nós, e que, para facilitar a compreensão, divido em duas partes, a mais clara e a mais escura. [...] Essas manchas, um pouco obscuras e muito extensas são visíveis por todos. (Galilei, 2009, p. 5.)

Por ser a característica mais evidente à nossa percepção, essa exposição se limita a uma descrição que ressalta as partes escuras e claras do objeto celeste. Contudo, essa forma narrativa começa a mudar a partir desse ponto do texto. Agora ele inicia uma discussão sobre o porquê dessas diferentes tonalidades. Isso muda a forma como o texto é composto. O autor inicia o primeiro conflito, sendo esse aqui entendido como uma componente da composição textual que envolve oposições entre fatos, ideias ou pontos de vista. A tensão criada por esse conflito passa, ainda do ponto de vista narrativo, a organizar os fatos da história, isto é, o enredo. Como elemento epistemológico, gera-se um campo em que elementos descritivos são insuficientes. Se o autor traz elementos novos, isso o obriga a explicar sua natureza. Em seguida ele anuncia a problemática a ser tratada.

[...] deduzimos a opinião, que temos por firme, de que a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa uniforme e de esfericidade exatíssima como tem ensinado uma numerosa corte de filósofos, mas que, ao contrário, é desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales. (Galilei, 2009, p. 5.)

Um dos pontos que Galileu quer defender, na segunda parte da citação, é a semelhança entre a Terra e a Lua. Entretanto, devemos verificar que tipo de semelhanças essas têm entre si, pois isso define o pensamento que ele elabora e o tipo de linguagem apropriada para expressá-lo. No final do parágrafo, ele considera que a lua é rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra. Quando Galileu se refere à Lua, ele não tenta descrever suas rugosidades, cavidades e proeminências, isto é, ele não tenta defini-la em si. Para construir uma nova visão sobre ela, o que ele faz é afirmar que é como a Terra. Devemos notar que essa não é uma colocação metafórica ou analógica. Terra e Lua são semelhantes do ponto de vista de sua constituição. Podemos verificar que a linguagem é bastante objetiva. O tempo verbal utilizado, o presente do indi-

cativo, elimina o caráter hipotético e especulativo que ocorre quando utilizamos uma metáfora (que faz um jogo interpretativo acerca de uma propriedade singular de um objeto que é transferida a outro, mas sem valor ontológico). Assim, embora possam existir diferenças entre os dois corpos celestes, eles podem ser considerados como objetos de uma mesma classe. Esse processo de pensamento envolve desprender-se de algumas de suas qualidades e interpretá-lo em relação a certas características que seriam as fundamentais em sua definição. O leitor é obrigado a ver a Lua de modo diferente do que ele vinha fazendo. Ela perde sua identidade de objeto perfeito, por ser um representante de uma parte de perfeição do Universo que lhe atribui essa qualidade, e passa a ser um objeto que adquire identidade principal por sua semelhança com a Terra.

Do ponto de vista de tropos linguístico,<sup>7</sup> nessa parte temos uma metonímia, isto é, ele elabora uma afirmação que estabelece a correspondência entre dois objetos (Charaudeau; Maingueneau, 2008), em que um acaba servindo como adjetivo a outro. A metonímia faz um jogo de inferência, no qual um conjunto de propriedades é transferido de um objeto a outro fazendo que eles sejam equivalentes em termos de classe. Como afirma Reboul (1991), essa figura de significação busca, sobretudo, denominar um objeto de modo a tornar aparentes seus aspectos ou qualidades mais importantes, de acordo com as intenções do autor.

Na passagem anterior, a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa uniforme e de esfericidade exatíssima como afirma Galileu. Temos um processo de pensamento que é diferente do analisado anteriormente. Nessa afirmação, Galileu tem uma pretensão maior, que é a de generalizar as qualidades da Terra para todos os corpos. Essa passagem do singular para o geral é importante para que ele possa, ao final, fazer afirmações que envolvam os planetas sem precisar fazer o estudo de cada um deles individualmente. Do ponto de vista epistemológico, toda validade de sua argumentação se dará em razão da coerência dessa passagem. Se no decorrer do texto ela se tornar clara, o leitor terá sido persuadido.

7 O estudo das figuras de linguagem.

Para realizar essa tarefa temos outro tipo de figuração. O troço chamado de *sinédoque* busca tratar a relação de um objeto com sua classe. Diferentemente da metonímia, que coloca somente dois objetos em relação, a sinédoque busca nomear esse grupo abstrato de entidades de modo que os objetos possam ser reduzidos a ela. Dessa forma, podemos nos referir à Terra ou à Lua como um Corpo Celeste, da mesma forma que nos referimos ao Sol ou outros planetas. Embora essa nomeação pareça simples, ela carrega toda a ideologia do autor. As propriedades rugosidade, superfície montanhosa e outras são transferidas, isto é, generalizadas para todos os corpos presentes no céu.

Embora a citação anterior seja bastante rica e demonstre esses vários elementos presentes no discurso de Galileu, do ponto de vista argumentativo ela é muito pobre. Vemos que ainda não há nenhum elemento explicativo sobre as afirmações que o autor realizou. Isso será feito nas passagens subsequentes. Galileu irá tratar de diversos aspectos da superfície lunar para mostrar a validade de suas ideias.

O primeiro “caso” que Galileu trata é o formato da curva vista na Lua no estágio crescente, que divide a região iluminada daquela escura.

No quarto ou quinto dia depois da conjunção [da Lua Nova], quando a Lua se mostra com o esplêndido crescente, já o limite que divide a parte escura da iluminada não se estende uniformemente segundo uma linha oval, como deveria ocorrer em um sólido perfeitamente esférico. Ele se mostra traçado por uma linha desigual áspera e sensivelmente sinuosa. (Galilei, 2009, p. 5.)

Aqui, o autor utiliza um modo discursivo muito semelhante ao que ele usou quando fez a comparação da Lua com a Terra. Inicialmente ele compara a Lua a uma hipotética esfera perfeita. Contudo, nesse caso, ele constrói uma metonímia negativa, isto é, ele quer mostrar a não equivalência entre essas duas classes de objetos. Uma das características de uma esfera lisa é que, independentemente da posição da fonte de luz, a linha imaginária que divide a parte iluminada da região aonde não chega luz deveria ser perfeitamente curva. Todavia, isso não

é verificado pela observação, pois a divisão entre a parte iluminada e a escura forma uma linha diferente, “sinuosa” em suas palavras. Como composição textual, é interessante verificar que primeiro ele busca desconstruir a visão aristotélica para somente depois reforçar sua visão. Nesse ponto vemos claramente como esses interlocutores, mesmo ocultos, influenciam toda a sua argumentação. Ainda temos que esse ataque à visão antiga de cosmos intensifica o conflito que se estabeleceu no texto. Essa desconstrução amplia a possibilidade de suas conclusões estabelecerem um bom desfecho para a narrativa.

Após essa passagem é retomada no texto a comparação entre a superfície lunar e a terrestre. Então Galileu faz uma longa série de comparações para mostrar como o comportamento de certas “manchas”, que tendem a desaparecer quando a Lua vai se tornando mais iluminada, assemelha-se a casos em que a sombra na Terra muda ao longo do dia, devido à modificação da posição do Sol em relação a ela. Basicamente o que ele mostra é que determinadas “manchas” desaparecem conforme a Lua vai passando pelos diferentes estágios da fase crescente. Em uma região em que os raios solares chegavam com certa inclinação, a presença de um relevo montanhoso provoca sombras. Quando essa mesma região chega a uma posição em que os raios incidem em uma direção mais próxima à perpendicular da superfície, as sombras desaparecem. Assim ele comenta:

Por acaso não ocorre o mesmo na Terra, onde antes da saída do Sol, os mais altos cumes dos montes se encontram iluminados pelos raios solares enquanto a sombra ocupa ainda as planícies? Acaso, depois de algum tempo, não se vai dilatando aquela luz à proporção que se iluminam as partes médias e mais amplas desses mesmos montes e, uma vez que o Sol saiu, não terminaram por unir-se às partes iluminadas das planícies e das colinas? A variedade dessas elevações e cavidades da Lua parece superar em todos os sentidos a aspereza da superfície da Terra. (Galilei, 2009, p. 6.)

A metonímia entre Terra e Lua é mais uma vez retomada como forma de reconstruir a visão que temos da Lua. No entanto, nessa passagem ela é muito reforçada

quando o autor demonstra que quando os dois corpos são submetidos a condições muito semelhantes, os efeitos provocados sobre os mesmos são de igual natureza. O raciocínio para essa demonstração não tem nada de óbvio. Para elaborá-lo é preciso considerar que, em relação ao Sol, o movimento de rotação da Terra sob seu eixo é muito semelhante ao movimento da Lua em relação à Terra. Mesmo hoje é difícil imaginar como isso é possível. Em um caso temos a rotação em torno de um eixo fixo e, no outro, a translação de um corpo em relação a outro. Contudo, quando verificamos a configuração em relação ao Sol isso se torna claro. O movimento da Lua pode, em relação ao Sol, ser aproximadamente definido como uma rotação sob seu próprio eixo. Isso ocorre, pois um ponto da superfície da Lua que está voltado para o Sol, recebendo seus raios pelo plano perpendicular à sua superfície, após um quarto do seu período de translação em relação à Terra, também rotaciona, fazendo que os raios solares fiquem tangentes à sua superfície. Após mais um quarto de período, o mesmo ponto se encontra do lado oposto ao Sol. O movimento diário da Terra é exatamente o mesmo. Ao meio-dia temos o Sol a pino, recebendo os raios pelo plano perpendicular à superfície; por volta das 18 horas, o pôr do sol, em que os raios estão paralelos a ela e, por fim, à meia-noite esse ponto da superfície está oposto à nossa estrela. Essa equivalência de movimentos faz que exista o mesmo tipo de iluminação solar sobre ambos os corpos celestes. Essas condições permitem verificar se Terra e Lua se comportam da mesma maneira perante os efeitos da luz solar. Assim, Galileu mostra que o padrão de sombras é o mesmo. Isso lhe permite concluir que as deformações geográficas existentes na Terra e na Lua são equivalentes. No final da citação o autor ainda reforça seu argumento dizendo que, além de tudo, as protuberâncias da Lua devem ser maiores que as da Terra. Esse recurso serve para não deixar dúvidas de que os elementos narrados são, de fato, daquela maneira. Logo em seguida o autor complementa:

Essa superfície lunar que está coberta de manchas como a cauda de um pavão real de olhos azuis se assemelha àqueles vasos de vidro que, imersos ainda quentes em água fria, adquirem uma superfície rugosa e ondulada, razão pela qual receberam o nome de taças de gelo. (Galileu, 2009, p. 6.)

Esse trecho envolve mais uma mudança discursiva importante. Antes o autor queria demonstrar a validade de sua definição dada à Lua (ela ser como a Terra). Agora ele quer enfatizar e ressaltar as qualidades dela. Para isso, ele utiliza uma *dupla metáfora* para explicar a natureza da superfície lunar. Há a referência ao pavão, que quer mostrar a densidade das manchas, mas, ao mesmo tempo, há a indicação de que as superfícies são rugosas, como ocorre com o vidro quando submetido a um choque térmico. Como já consideramos, a metáfora se refere a propriedades específicas dos corpos e, aqui, para compor sua ideia, Galileu faz referência a dois corpos em que cada um serve como análogo para uma das características da Lua. O que pode ser válido notar é que, diferentemente da metonímia, a metáfora não tem nenhum valor de “verdade”. Pouco adianta em termos de argumentação, que para o autor a Lua e um pavão ou taça sejam de naturezas iguais ou diferentes. O papel da metáfora é apenas heurístico no pensamento.

Após mais alguns detalhes sobre o formato e mudança das sombras presentes na Lua, Galileu realiza uma “quebra” no texto e muda a perspectiva de análise. Essa mudança é anunciada e busca alertar explicitamente o leitor.

Sei que certamente, muitos se verão tomados por dúvidas, e aqui grandes dificuldades preocupam, pois se veem obrigados a objetar uma conclusão já estabelecida e, por tantas aparências, confirmada. De fato, se a parte da superfície lunar que mais brilhantemente reflete os raios solares está cheia de anfractuosidades, isto é, de inumeráveis cavidades e proeminências, por que a circunferência oriental da Lua minguante ou a periferia toda na Lua cheia não se observa desigual, áspera e sinuosa, mas ao contrário, se vê exatamente redonda e traçada a compasso, sem marca alguma de cavidades ou proeminências? (Galileu, 2009, p. 7.)

Essa questão, no corpo total do texto, aparece como uma espécie de elemento de intriga, como ocorre em um drama. Essa dúvida leva a um desvio do foco narrativo. Assim, ela tem como objetivo chamar a atenção do leitor para um possível problema presente na interpretação que vinha apresentando e, ao mesmo tempo,

anuncia uma nova situação de análise. Como forma argumentativa, vemos que Galileu se adianta a uma possível crítica que poderia invalidar suas conclusões. Do ponto de vista epistemológico esse é um elemento muito característico dos textos científicos. Como suas proposições têm a pretensão de generalidade, que possibilita a construção do que chamamos teoria, elas não podem conter *nenhum elemento de refutação*. Isso faz que a capacidade em se adiantar em relação a quaisquer problemas encontrados em relação ao ponto de vista defendido possa não apenas facilitar sua defesa, mas, sobretudo, fazer com que o leitor seja obrigado a entrar na mesma perspectiva do autor. Esse elemento de dialogicidade é um dos mais importantes quando se busca o convencimento do outro. Quando um discurso é monolítico, o leitor se fecha e acaba por não compartilhar a visão do autor.

Nessa passagem podemos também notar que há, mais uma vez, um emprego metafórico, embora bastante sutil. Ele afirma que a Lua se vê exatamente redonda e traçada a compasso. Essa frase poderia ser reescrita como redonda como se fosse traçada por um compasso. Dessa forma é mais fácil verificar a comparação. A Lua se apresenta redonda da mesma forma como é um círculo traçado por um compasso. Esse instrumento, também supostamente inventado por Galileu, era, de qualquer maneira, algo novo para a época e que representava bem uma construção geométrica perfeita. Posteriormente, o autor ainda reforça o conteúdo do parágrafo anterior, mas de modo a iniciar o esboço de um novo enredo:

Se as proeminências e as cavidades do corpo lunar se estendessem unicamente pela periferia do círculo que limita o hemisfério visível, então a Lua poderia, ou melhor, deveria mostrar-se a nós quase à maneira de uma roda dentada, quero dizer, limitada por uma borda granulada e sinuosa. (Galileu, 2009, p. 7.)

De certa forma, Galileu retoma o problema da citação que analisamos anteriormente, só que agora ele faz uma contraposição, descrevendo como deveríamos ver a Lua se ela fosse imperfeita nas bordas. Nessa descrição mais uma metáfora aparece quando ele a compara com a roda dentada. Contudo, é bas-

tante curioso notar com qual intenção, no sentido de finalidade, ele faz essa contraposição. A metáfora é hiperbólica, isto é, a comparação com a roda traz um análogo que tem as características muito acentuadas. Ele ainda reforça essa figura linguística afirmando que se as proeminências se estendessem unicamente pela periferia, então elas deveriam mostrar-se a nós como as rodas dentadas. Como já vimos, as anfractuosidades deveriam estender-se por toda a superfície. Quando Galileu enuncia essa última citação ele guia o leitor para uma conclusão que aparentemente vai contra o conjunto de ideias que ele mesmo estava defendendo, e que provarão que elas são falsas. O exagero da proposição do autor busca garantir o entendimento e atribuir uma certeza ao que foi dito. No entanto, o leitor é enganado por Galileu, pois justamente ele encontrará uma maneira de salvar suas ideias mostrando que, embora existam os montes e vales, em razão de sua composição que é diferente da roda dentada, eles podem existir na periferia lunar sem serem percebidos. Galileu constrói uma caricatura de seu contra-argumento, reforçando seus traços mais marcantes, pois isso facilita a retomada de seu ponto de vista e a desconstrução do mesmo contra-argumento.

Nesse momento o conflito que vem guiando toda a composição narrativa encontra um clímax. Esse é considerado o momento de maior tensão, no qual o conflito chega a seu ponto máximo (Gancho, 1997). Logo após essa afirmação que reforça a problemática instaurada, o autor já inicia o processo de re-estabilização de seu ponto de vista que, em princípio, leva ao desfecho do texto.

Mas se ao longo da circunferência não estivesse disposta unicamente uma série de proeminências, o olho que observasse de longe não poderia, em absoluto, captar a diferença entre proeminências e cavidades, dado que os vazios entre os montes dispostos no mesmo círculo, isto é, na mesma cordilheira, se ocultam pela interposição de outras elevações dispostas em sucessivas cadeias, sobretudo se o olho do observador se situa na mesma reta que os vértices de ditas elevações. (Galileu, 2009, p. 7.)

Nessa passagem, Galileu retoma a comparação com a Terra para discutir o que ocorreria se um observador olhasse para uma série de cadeias montanhosas

que estivessem uma em sequência da outra. Caso o observador se encontrasse na superfície da Terra, seu campo de visão estaria definido pela reta tangente a essa superfície. Isso faria que as regiões vagas entre uma montanha e outra não fossem aparentes, mesmo existindo, pois as montanhas da cadeia seguinte se apresentariam para preencher, na visão desse observador, essa região desocupada. Isso acaba sendo muito relevante, pois a grandes distâncias é muito difícil perceber que objetos não estão sobre o mesmo plano. Considerando a distância da Lua, essa constatação se torna ainda mais relevante. Contudo, toda essa argumentação só faz sentido porque são de mesma natureza e têm as mesmas características. Mais uma vez a equivalência entre os dois corpos é o que dá validade ao que é proposto.

Logo em seguida a essa parte do texto ele tenta esclarecer a explicação precedente:

Assim, as cristas das ondas de um mar agitado parecem pertencer ao mesmo plano, sendo que entre uma onda e outra, enorme é a abundância de abismos e vazios, profundos o suficiente para que possam esconder em seu seio não apenas o casco, mas também a ponte, os mastros e as velas de grandes navios. (Galilei, 2009, p. 7.)

Nessa passagem, o autor faz uma metáfora com as ondas do mar, a qual possibilita ver claramente qual é seu argumento. Para quem está em terra firme, o mar parece apresentar pequenas protuberâncias, sendo quase liso. Contudo, considera Galileu, para alguém que se aventura nele, esse mesmo mar é repleto de ondulações que promovem grandes diferenças de altitude, e esse esconde até mesmo as velas de grandes navios. Essa metáfora quer mostrar que não é somente no caso tratado que nossa percepção funciona mal! Nesse exemplo ela falha em um caso que poderia até mesmo ser de mais fácil verificação.

Os pontos anteriores apresentados por Galileu buscam mostrar por que a Lua não se apresenta como a citada “roda dentada”. Pelas razões anteriores suas montanhas e vales são escondidos em sua periferia. Vemos então que o conflito que havia se configurado anteriormente é resolvido e o texto reafirma sua posição inicial.

Todos esses argumentos ainda são reforçados por mais um elemento. Galileu usa a correspondência entre a Terra e a Lua para inferir que deva existir uma espécie de atmosfera lunar. Essa “camada” ao redor da Lua daria mais uma contribuição para a resolução do conflito instaurado anteriormente. Ela dificultaria a percepção do relevo lunar, fazendo que novamente as sinuosidades da Lua fossem “escondidas”.

A essas razões pode-se acrescentar outra: é que em torno do corpo lunar existe, como em torno da Terra, uma espécie de esfera de substância mais densa que o éter restante capaz de recolher e refletir a radiação solar ainda que não tão opaca quanto para poder impedir a passagem da visão, especialmente quando não está iluminada. (Galilei, 2009, p. 7.)

Atualmente, aceita-se a não existência dessa “atmosfera”. No entanto, se o objetivo final do texto é mostrar a semelhança entre o planeta e seu satélite, essa é mais uma hipótese coerente com a visão de mundo defendida por Galileu. Na falta de elementos para definir a natureza dessa atmosfera, o autor limita-se a dizer que ela é mais densa que o éter (nessa época o éter era considerado uma substância extremamente sutil, imponderável e transparente). O éter, no mundo aristotélico, é um tipo de matéria que somente existe na lua ou no mundo celeste mais distante que ela. Mesmo sem definir a natureza dessa “atmosfera”, afirmar que ela é algo diferente do éter é, quase de forma subliminar, reafirmar a não perfeição do céu e sua correspondência em termos de qualidade com a Terra.

Ao considerar a existência desse novo elemento ao redor da Lua, um problema aparece. É preciso explicar por que ele não afetava as observações, isto é, se essa “atmosfera” existe, por que ela não impede a visualização da superfície da Lua? Assim, poderíamos questionar por que esse “personagem” não atuou até aquele momento. Novamente um conflito se instaura e o que parecia já estabelecido se torna instável.

A questão, no entanto, é respondida no mesmo extrato anterior, quando Galileu afirma que ela não é tão opaca a ponto de dificultar a visão. Mas a “intriga” ainda



persiste. Assim sendo, por que então ela atrapalha quando queremos as regiões montanhosas na periferia da Lua? Galileu responde que, neste último caso, a luz deve atravessar uma camada mais espessa desse material. Nesse caso, então, uma quantidade maior de luz pode ser absorvida e refletida pelo material (algo semelhante à explicação do vermelho do pôr do sol).

Com esse argumento ele encerra a discussão sobre as observações da Lua, como sempre, ressaltando a correspondência entre esses dois objetos. Visto que esse era o foco central de toda a construção textual e o que dava coerência a ela, é importante verificar que a definição metonímica foi sustentada, digamos, “até às últimas consequências”.

Chegamos ao desfecho dessa parte do texto. Como toda boa “história”, ela deve acabar com uma frase final marcante. Vejamos como Galileu faz isso:

De nossa parte confirmaremos com demonstrações e ainda com uma infinidade de argumentos naturais que aquela [a Terra] é errante e superior em brilho à Lua, e não o refúgio de imundices e fezes terrenas. (Galilei, 2009, p. 8.)

Nesta última frase ele anuncia, “os próximos capítulos” e, lembrando que na visão Aristotélica o mundo supralunar é perfeito em relação à Terra, Galileu acaba firmando sua visão de homogeneidade do cosmos dizendo que a Terra não é o refúgio de imundices e fezes.

### 3. ANÁLISE DA OBRA DE GALILEU

Na exposição do texto de Galileu buscamos identificar algumas de suas características narrativas. Contudo, pouco esclarecemos a respeito do que é esse tipo de texto. Podemos definir uma narrativa como uma história em que cinco questões básicas são respondidas (Gancho, 1997):

- 1 – O que aconteceu? (Enredo)
- 2 – Quem viveu os fatos? (Personagens)

- 3 – Como eles aconteceram? (Desenvolvimento do enredo)
- 4 – Onde se realizaram? (Espaço)
- 5 – Por que o ocorrido foi desta forma? (Desfecho do enredo)

Inicialmente Galileu define os objetos envolvidos, afirmando haver novas estrelas que apresentam um movimento diferenciado e que a Lua é um objeto diferente do que se considerava até então. Interpretamos esses elementos como as personagens, as estrelas e a Lua, e o enredo de uma história, novas formas de movimento e as mudanças de suas características. Podemos acrescentar o papel de Galileu como narrador e o céu como espaço onde os eventos que serão descritos ocorrem. Esse conjunto de elementos forma a base do texto narrativo, que já permite responder às questões 1, 2 e 4 e que estabelece as condições de desenvolvimento da história.

O aspecto narrativo mais interessante, entretanto, remete ao desenvolvimento e ao desfecho do enredo. Para que a narrativa tenha algum interesse é necessário que seu enredo se desenvolva para além da apresentação inicial. Caso todos os problemas já fossem resolvidos logo de início, não haveria por que contar a história. Isso faz que os elementos de complicação sejam necessários. Esses são os pontos de conflito que precisam ser resolvidos no desenvolvimento da narrativa. Contudo, eles somente serão solucionados no desfecho, quando todos os conflitos são eliminados e o final se torna claro. Quando afirmamos anteriormente que as entidades científicas criadas devem se submeter a diferentes situações, que ao mesmo tempo servem como forma de caracterização da entidade e como explicação para os fatos, esse processo de assemelha fortemente ao desenvolvimento do enredo. Em uma história as personagens são submetidas às mais diferentes situações e sua capacidade de resolver um possível problema ao mesmo tempo “explica” os fatos e ressalta seu caráter. Isso fará da personagem, por exemplo, um herói ou um vilão. As experiências de pensamento acabam por seguir o mesmo tipo de encadeamento lógico. Elas buscam verificar como uma entidade se comporta ante possíveis complicações. Além disso, o desfecho nos permite chegar a

alguma conclusão, que representa de forma sintética a mensagem que o texto busca passar ao leitor.

É interessante destacar o ponto de que mesmo as histórias de ficção, que podem ir longe no uso da imaginação, precisam ser verossímeis. Isso quer dizer que, mesmo sendo invenção, o leitor deve ser capaz de acreditar no que lê. Essa credibilidade advém da organização lógica dos fatos. Como define uma estudiosa no assunto: “Cada fato da história tem uma motivação (causa), nunca é gratuito e sua ocorrência desencadeia inevitavelmente novos fatos (consequência)” (Gancho, 1997, p. 10).

Assim, a criação de uma história também é guiada por seus compromissos. Todavia, claramente esses não são comprometimentos de ordem epistemológica. São outros elementos que trazem coerência e coesão ao texto ficcional.

Este último ponto deve ter alguns de seus aspectos ressaltados. Quando defendemos que o texto científico é composto como uma narrativa, queremos notar quais são os elementos estruturais básicos de um texto científico (sobre uma descoberta ou invenção) que o aproximam de histórias de outra ordem, sobretudo ficcional. No entanto, certamente seria exagero afirmar que o texto do cientista é da mesma natureza ou qualidade do texto literário. Claramente o desenvolvimento da literatura incorpora muito mais elementos estéticos que são desconsiderados em nossa análise. Da mesma forma, o texto do cientista tem objetivos próprios que o tornam diferente de “uma boa história”. Nossas “personagens” são muito simples e dependentes dos contextos explicativos. Além disso, um desfecho surpreendente em geral não é esperado em um texto científico. O que nosso trabalho quer mostrar é que para se discutir novos conceitos ou fenômenos um texto deve ser composto de uma estrutura que não obedece a uma racionalidade puramente lógica. Nessa mudança, características semelhantes às de uma composição narrativa, isto é, de uma história, são incorporadas, o que faz deste texto uma composição híbrida.

O estudo de cada passagem do texto envolveu a análise das figuras de linguagem ou tropos linguísticos. Muitas vezes, esses tipos de estudo, sobretudo de

textos científicos, reduzem-se a discutir o papel da metáfora na construção de significados. Em nosso trabalho buscamos verificar o papel da metonímia e da sinédoque nesse desenvolvimento. Pela forma como elas são utilizadas por Galileu, vemos que cada uma acaba por ter uma função epistêmica diferente.

A metáfora é uma forma de construção de significado que compara dois objetos, e supostamente um deles é bem conhecido e serve como base para compreendermos o segundo. Contudo, esse é um processo que tem somente valor heurístico. Os objetos em sua totalidade continuam a ser vistos como entidades bastante distintas, de naturezas diferentes. Assim, seu papel como forma de validação de uma representação é muito pequeno. Com frequência, ela serve como forma de esclarecimento para o interlocutor. Por ser uma relação distanciada, em geral somente uma característica específica é definida neste processo. Quando lemos o texto de Galileu vemos que a cada novo elemento de análise ele constrói uma metáfora nova, por exemplo, comparando a superfície da Lua à superfície do mar, ou à cauda de um pavão, ou mesmo a determinados tipos de vidro. Em cada uma dessas metáforas, uma das qualidades da Lua é ressaltada. Assim, essa figura de linguagem ajuda no processo de caracterização do objeto, esclarecendo, sobretudo, como ele é.

A metonímia também envolve uma relação entre dois objetos. Contudo essa é uma forma de caracterização muito mais profunda. O objeto que serve como análogo é interpretado como um ser de mesma família. Isso faz que exista um conjunto de características estruturais que devem ser semelhantes entre ambos. Assim, um passa a ser a base de interpretação para o objeto desconhecido, passando os dois a serem equivalentes. Dessa forma, quando se questiona por que uma entidade nova se comporta de determinada maneira, a base da resposta é saber como seu equivalente se comportaria na mesma situação. É esse tipo de pensamento que guia toda a argumentação de Galileu. Como vimos, a comparação entre a Terra e a Lua é a base de toda a sua argumentação. Como os objetos têm uma equivalência ontológica, esse tipo de comparação faz que a explicação tenha um valor muito maior.

A sinédoque generaliza a metonímia. Isso faz que o trabalho de comparação seja eliminado. Com ela, cada entidade é definida por uma construção abstrata que define seu grupo de pertença. Assim, quando se afirma que um objeto é um corpo celeste, automaticamente esse ganha uma série de atributos que definirão suas qualidades e comportamentos. Esse tipo de generalização permite que qualquer tipo de inferência possa ser feita caso se conheça a família de pertença.

As considerações anteriores mostram como cada uma das figuras tem uma função diferente na elaboração do texto.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos este trabalho discutindo a importância do Letramento Científico para o ensino atual. Em linhas gerais, trouxemos a compreensão que coloca a ciência como forma de pensamento no centro desse processo. Assim, educar é entendido como fazer que os sujeitos adquiram determinadas habilidades cognitivas presentes nas diferentes ciências.

O direcionamento anterior possibilita retomar, ademais, questões que fazem parte da literatura filosófica destinada a analisar as ciências. Quais são as formas de pensar que permitem o desenvolvimento do conhecimento científico? É muito comum associarmos a ciência a um tipo de pensamento que se resume à lógica formal. Essa visão foi muito presente na literatura filosófica até meados do século XX, mas diversos autores apontaram que a ciência não se resume ao uso de um “método universal” (Paty, 1993).

Embora atualmente seja aceito que as ciências admitem o uso da imaginação e da criatividade em sua elaboração, ainda são poucas as análises desses processos. Mediante o estudo linguístico do texto de Galileu, buscamos trazer subsídios para discutir novas possibilidades para o pensamento científico. Além de aceitar a liberdade intelectual do cientista na criação, buscamos rastrear seu processo de elaboração.

A análise do texto de Galileu permitiu-nos verificar que o pensamento pode se estruturar por meio da elaboração de uma narrativa. Para que fosse possível

constituir uma nova visão sobre a Lua, bastante diferente da estabelecida à época, Galileu formulou um contexto problemático para a elaboração de seu texto. A nova visão da Lua se estabelecia conforme o autor a submetia a diferentes contextos e, neles, verificava seu comportamento. Nesse processo, como apontamos, o uso de diferentes figuras de linguagem foi fortemente presente.

Em outros trabalhos (Gurgel, 2010) verificamos que a presença do pensamento narrativo não é apenas característica da obra de Galileu. No início da eletrodinâmica, nos anos 20 do século XIX, Hans. C. Oersted e André-Marie Ampère utilizaram formas semelhantes de pensamento na elaboração de suas ideias. Também apontamos a presença dessa forma de pensamento na elaboração da Teoria da Relatividade Geral (Cardoso; Gurgel, 2013). Esses exemplos ilustram situações em que uma grande novidade ocorreu no desenvolvimento científico. Assim, consideramos que essa forma de pensamento é mais frequente na ciência envolvida em processos iniciais de elaboração de um novo conteúdo.

Entendemos que, embora essa seja uma discussão teórica, ela pode ter importantes consequências para o ensino de ciências. Muitas das ideias hoje consolidadas e de longa história são muito novas para os estudantes. Em geral, exigimos que seu uso se limite à construção de enunciados formais que refletiriam um pensamento estruturado. Em aulas de Física, por exemplo, o uso dos conceitos praticamente se resume à resolução de exercícios numéricos desvinculados de contextos significativos.

Com o objetivo de trazer a dimensão narrativa do pensamento para as aulas de Física, em outras oportunidades, desenvolvemos atividades que envolviam a escrita criativa pelos alunos (Gurgel, 2010). Em linhas gerais, após serem apresentados a um conteúdo específico, os estudantes foram convidados a escrever uma história relacionada às temáticas das aulas. Em um caso, no contexto de ensino da Teoria da Gravitação, foi pedido que os alunos escrevessem uma história sobre o “Dia em que a gravidade mudou”. Pensando em tudo que mudaria caso a constante gravitacional diminuísse, eles elaboraram textos autorais, tomando a ciência como fundamento. Os alunos indicavam elementos como a mudança das órbitas

dos planetas, a facilidade em pular grandes obstáculos e, no limite, a possibilidade de “flutuar”, caso o campo gravitacional fosse praticamente nulo.

Em outra oportunidade, os alunos desenvolveram histórias com base no título “A greve dos elétrons”. O objetivo era fazer que os alunos refletissem sobre a presença da eletricidade nos mais diferentes contextos, como o funcionamento dos aparelhos. A situação anômala, e mesmo absurda, foi a maneira de fazer os alunos pensarem de modo criativo sobre os assuntos tratados. O mais interessante foi verificar que eles trouxeram para seus textos situações pouco triviais, relacionadas tanto à Física como à Química. Foram citados o funcionamento das baterias e o reflexo da luz pelos espelhos, cuja percepção não é trivial. Em ambas as experiências os alunos desenvolveram textos muito originais.

Consideramos que estratégias que não se resumam a atividades formais devem ser valorizadas na escola básica. Entre outros pontos, isso pode facilitar o ensino de conceitos científicos nas séries iniciais. Mesmo se os alunos tiverem dificuldades com a linguagem escrita, outras formas de contar histórias, como os quadri-nhos ou *storyboards*, podem ser utilizadas. Assim, esperamos que as ciências sejam mais facilmente integradas à cultura geral dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

- CARDOSO, D.; GURGEL, I. A complementaridade das linguagens narrativas e matemática no contexto da gestão da relatividade geral. **Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Paulo: v. 20, 2013.
- CHARAUDEAU, P.; MAINGUENEAU, D. **Dicionário de Análise do Discurso**. São Paulo: Contexto, 2008.
- GALILEI, G. **O mensageiro das estrelas**. São Paulo: Scientific American Brasil Especial, 2009.
- GANCHO, C. V. **Como analisar narrativas**. São Paulo: Ática, 1997.
- GURGEL, I. **Elementos de uma poética das ciências: fundamentos teóricos e implicações ao ensino**. 2010. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, vol. 87, n.2, 2003.
- PATY, M. **Einstein philosophe**. Paris: PUF, 1993.
- PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do pensamento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. especial, 2002.
- REBOUL, O. **Introduction à la rhétorique**. Paris: PUF, 1991.
- ROBERTS, D. Scientific Literacy/Science Literacy. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.) **Handbook of research on science education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.
- SUTTON, C. **Words, science and learning**. Buckingham: Open University Press, 1995.
- \_\_\_\_\_. Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el language. **Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales**, n. 12, 1997.
- \_\_\_\_\_. New perspectives on language in science. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. (Ed.) **International handbook of science education**. Londres: Kluwer Academic Publisher, 1998.
- TODOROV, T. **As estruturas narrativas**. São Paulo: Perspectiva, 2003a.
- \_\_\_\_\_. **Poética da prosa**. São Paulo: Martins Fontes, 2003b.
- VIDEIRA, A. A. P. **As descobertas astronômicas de Galileu Galilei**. Rio de Janeiro: Vieira e Leite, 2009.
- YORE, L. D. et al. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, 2003.
- YORE, L. D.; TREAGUST, D. F. Current realities and future possibilities: language and science literacy – Empowering research and informing instruction. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 2, p. 291-314, 2006.